

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-094684

(43)Date of publication of application : 12.04.1996

(51)Int.Cl.

G01R 27/26

G01R 27/02

G01R 31/00

(21)Application number : 06-227965

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 22.09.1994

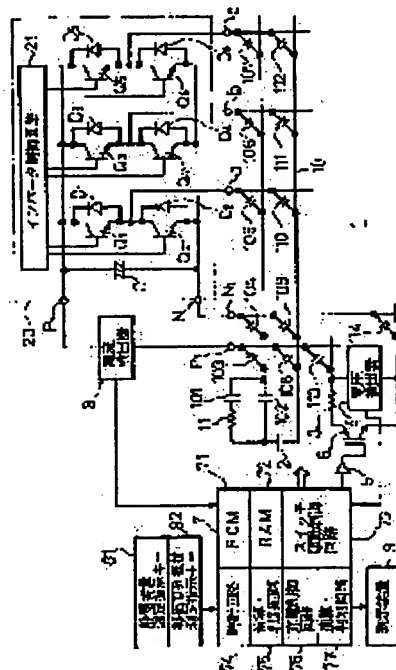
(72)Inventor : TSUKADA YOSHINARI  
KAMIYAMA ATSUSHI  
TAKANO FUMITOMO

## (54) METHOD FOR INSPECTING ELECTROLYTIC CAPACITOR

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide an inspection method for an electrolytic capacitor which can highly accurately and easily inspect the electrolytic capacitor in its state of incorporation in an inverter circuit.

**CONSTITUTION:** Transistors Q1-Q6 constituting an inverter circuit 20 are turned OFF. An electrolytic capacitor C is charged by a current from a DC power source 2 via a resistor 11. A terminal voltage of the electrolytic capacitor C during being charged is measured and a time interval from a charging start to when the terminal voltage during the charging reaches a preset voltage is measured. A static capacity of the electrolytic capacitor C is operated based on the measured time interval and a resistance value of the resistor 11. Charges of the charged electrolytic capacitor C are discharged. The terminal voltage of the electrolytic capacitor C during the discharge is measured and also a discharge current from the electrolytic capacitor C is measured. An equivalent series resistance value of the electrolytic capacitor C is operated on the basis of the terminal voltage of the electrolytic capacitor when the discharge is started, static capacity value, measured discharge current and measured terminal voltage.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.06.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2962654

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-94684

(43) 公開日 平成8年(1996)4月12日

(51) IntCl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 1 R 27/26

C

27/02

R

31/00

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全12頁)

(21) 出願番号

特願平6-227965

(22) 出願日

平成6年(1994)9月22日

(71) 出願人

000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者

塚田 能成

埼玉県狭山市新狭山1-10-1 ホンダエ

ンジニアリング株式会社内

(72) 発明者

上山 厚志

埼玉県狭山市新狭山1-10-1 ホンダエ

ンジニアリング株式会社内

(72) 発明者

高野 文朋

埼玉県狭山市新狭山1-10-1 ホンダエ

ンジニアリング株式会社内

(74) 代理人

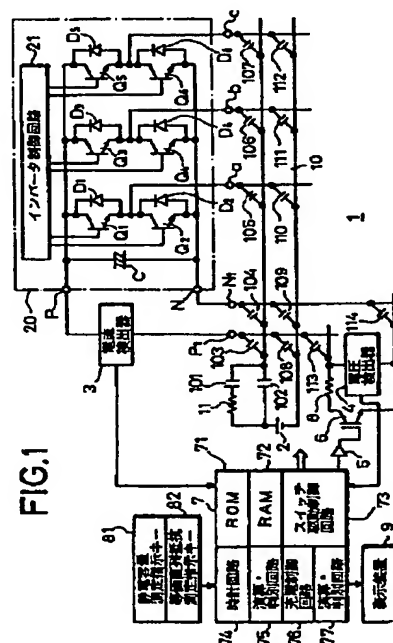
弁理士 千葉 剛宏 (外1名)

(54) 【発明の名称】 電解コンデンサの検査方法

(57) 【要約】

【目的】 インバータ回路に組み込まれた状態で高精度で、容易に検査できる電解コンデンサの検査方法を提供する。

【構成】 インバータ回路20を構成するトランジスタ $Q_1 \sim Q_6$ をオフ状態にし、直流電源2からの電流により抵抗11を介して電解コンデンサCを充電し、充電中の電解コンデンサCの端子電圧を計測し充電開始時から充電中における前記端子電圧が予め定めた電圧に達するまでの期間を計測し、計測した期間と抵抗11の抵抗値とに基づいて電解コンデンサCの静電容量値を演算し、充電された電解コンデンサCの電荷を放電し、放電中における電解コンデンサCの端子電圧を計測するとともに電解コンデンサCからの放電電流を計測し、放電開始時における電解コンデンサCの端子電圧と静電容量値と計測した放電電流および電解コンデンサCの端子電圧とに基づいて電解コンデンサCの等価直列抵抗値を演算する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】インバータ回路に接続されている電解コンデンサの検査方法であって、インバータ回路を構成するスイッチング素子をオフ状態に制御し直流電源からの電流により抵抗を介して電解コンデンサを充電する第1の過程と、充電中における電解コンデンサの端子電圧を計測し充電開始時から充電中における電解コンデンサの端子電圧が予め定めた電圧に達するまでの期間を計測する第2の過程と、第2の過程で計測した期間と前記抵抗の抵抗値とに基づいて電解コンデンサの静電容量値を演算する第3の過程と、充電された電解コンデンサを放電させる第4の過程と、放電中における電解コンデンサの端子電圧を計測するとともに電解コンデンサからの放電電流を計測する第5の過程と、放電開始時における電解コンデンサの端子電圧と第3の過程で演算した静電容量値と第5の過程において計測した放電電流および電解コンデンサの端子電圧とに基づいて電解コンデンサの等価直列抵抗値を演算する第6の過程とを備えたことを特徴とする電解コンデンサの検査方法。

【請求項2】請求項1記載の電解コンデンサの検査方法において、第4の過程における電解コンデンサの放電はインバータ回路を構成するスイッチング素子を介して行うことを特徴とする電解コンデンサの検査方法。

【請求項3】請求項1または2記載の電解コンデンサの検査方法において、第4の過程における電解コンデンサは電解コンデンサの端子電圧が変化しなくなるまで充電された電解コンデンサであることを特徴とする電解コンデンサの検査方法。

【請求項4】請求項1または2記載の電解コンデンサの検査方法において、第4の過程における電解コンデンサの放電は電流制限抵抗を介して行うことを特徴とする電解コンデンサの検査方法。

【請求項5】請求項1記載の電解コンデンサの検査方法において、第5の過程における放電電流の計測は変成器を検出端とする電流検出器によって行うことを特徴とする電解コンデンサの検査方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はインバータ回路において平滑コンデンサとして用いられる電解コンデンサの検査方法に関し、インバータ回路に接続した状態で電解コンデンサの良否を検査することができる電解コンデンサの検査方法に関する。

【0002】

【従来の技術】電解コンデンサの従来の検査はLCRメータを用いて電解コンデンサの静電容量値および電解コンデンサの等価直列抵抗値を測定し、測定した静電容量値および測定した等価直列抵抗値から、電解コンデンサの良否を検査していた。しかしながらLCRメータによる測定は、電解コンデンサに数mAの交流小電流を流し

たときにおける電解コンデンサの端子電圧を測定し、測定した端子電圧に基づいて電解コンデンサの静電容量値および等価直列抵抗値を算出して、算出した静電容量値および等価直列抵抗値が所定範囲内に入っているか否かによって電解コンデンサの良否を検査していた。

【0003】他の方法として、例えば特開平5-215800号に示されているごとく、抵抗を通して電解コンデンサを充電し、充電開始時から電解コンデンサの端子電圧が所定電圧に充電されるまでの充電時間、例えば電解コンデンサの端子電圧がほぼ一定となるまでの充電時間を測定し、正常な電解コンデンサを充電した場合において、電解コンデンサの端子電圧が前記所定電圧に達するまでの充電時間を基準時間とし、被検査電解コンデンサによって測定した充電時間と前記基準時間とを比較して、測定充電時間が基準時間より短いときは電解コンデンサが劣化していると判定することが行われている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記したLCRメータによる測定に基づいて静電容量値および等価直列抵抗値を演算して、電解コンデンサの良否を検査する場合、通電電流が少ないため印加電圧も低く、インバータなどの平滑コンデンサとして使用される電解コンデンサの場合に、検査時の条件と実際の使用条件とが大きく異なるため、電解コンデンサの使用条件での良否検査が行えたのか否かが不明で、良否結果を電解コンデンサの使用条件時のものとしてよいか否かが判断できないという問題点があった。その上、検査される電解コンデンサをインバータなどの電力変換装置から取り外さなければならないという問題点があった。

【0005】一方、等価直列抵抗値が電解コンデンサの発熱の原因となって、電解コンデンサの寿命に大きな影響を与えることから、電解コンデンサの等価直列抵抗値が重要視されている。しかしながら上記した測定充電時間と基準時間とを比較して判定する場合においては、単に被検査電解コンデンサの静電容量値が基準となる電解コンデンサの静電容量値から規定以上減少していることのみしか判定できず、等価直列抵抗値を測定もしくは演算することができないという問題点があった。

【0006】本発明は、実際の動作状態と同等の状態において、容易に、高精度で、かつインバータなどの電力変換装置に接続された状態で良否を検査することができる電解コンデンサの検査方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明にかかる電解コンデンサの検査方法は、インバータ回路に接続されている電解コンデンサの検査方法であって、インバータ回路を構成するスイッチング素子をオフ状態に制御し直流電源からの電流により抵抗を介して電解コンデンサを充電する第1の過程と、充電中における電解コンデンサの端子

電圧を計測し充電開始時から充電中における電解コンデンサの端子電圧が予め定めた電圧に達するまでの期間を計測する第2の過程と、第2の過程で計測した期間と前記抵抗の抵抗値とに基づいて電解コンデンサの静電容量値を演算する第3の過程と、充電された電解コンデンサを放電させる第4の過程と、放電中における電解コンデンサの端子電圧を計測するとともに電解コンデンサからの放電電流を計測する第5の過程と、放電開始時における電解コンデンサの端子電圧と第3の過程で演算した静電容量値と第5の過程において計測した放電電流および電解コンデンサの端子電圧とに基づいて電解コンデンサの等価直列抵抗値を演算する第6の過程とを備えたことを特徴とする。

【0008】

【作用】本発明にかかる電解コンデンサの検査方法は、直流電源からの電流により抵抗を介して電解コンデンサが充電され、充電中における電解コンデンサの端子電圧が計測され、充電開始時から充電中における電解コンデンサの端子電圧が予め定めた電圧に達するまでの期間が計測されて、計測した期間と前記抵抗の抵抗値とに基づいて電解コンデンサの静電容量値が演算される。

【0009】しかるに直流電源の電圧を選択することによって電解コンデンサの実使用条件に近い電圧条件においての静電容量値が演算される。さらに、電解コンデンサの端子電圧の測定は容易であって、この端子電圧と期間の計測のみで済み、電解コンデンサがインバータ回路に接続された状態で、容易に、かつ高精度で、電解コンデンサの検査が行えることになる。

【0010】充電された電解コンデンサは放電させられ、放電中における電解コンデンサの端子電圧が計測されるとともに電解コンデンサからの放電電流が計測され、放電開始時における電解コンデンサの端子電圧と演算された前記静電容量値と計測された放電電流および電解コンデンサの端子電圧とに基づいて電解コンデンサの等価直列抵抗値が演算される。

【0011】しかるに、電解コンデンサの実使用条件に近い条件において充電された電解コンデンサを放電させることによって等価直列抵抗値の演算ができるため、電解コンデンサの実使用条件に近い状態での等価直列抵抗値が得られる。さらに、充電中における電解コンデンサの端子電圧および放電電流の計測によって等価直列抵抗値が演算でき、電圧の測定および放電電流の測定は容易であって、電解コンデンサがインバータ回路に接続された状態で、容易に、かつ高精度で、電解コンデンサの検査が行えることになる。

【0012】

【実施例】以下、本発明を実施例により説明する。

【0013】図1は本発明にかかる電解コンデンサの検査方法が適用される検査回路の第1実施例のブロック図であって、インバータ回路と共に示してある。

【0014】図1において、符号1は本発明にかかる電解コンデンサの検査方法が適用される第1実施例の検査回路を示している。

【0015】インバータ回路20はオン・オフ制御されるトランジスタ $Q_1 \sim Q_6$ と、平滑コンデンサとして作用する電解コンデンサCと、スナバダイオードを構成するダイオード $D_1 \sim D_6$ と、トランジスタ $Q_1 \sim Q_6$ をオン・オフ制御するインバータ制御回路21とを備え、トランジスタ $Q_1$ と $Q_2$ とを直列接続し、トランジスタ $Q_3$ と $Q_4$ とを直列接続し、トランジスタ $Q_5$ と $Q_6$ とを直列接続し、直列接続されたトランジスタ $Q_1$ と $Q_2$ に電解コンデンサCを並列接続し、トランジスタ $Q_1$ と $Q_2$ との直列回路にトランジスタ $Q_3$ と $Q_4$ との直列回路およびトランジスタ $Q_5$ と $Q_6$ との直列回路を並列接続し、トランジスタ $Q_1 \sim Q_6$ のそれぞれには各別にダイオード $D_1 \sim D_6$ を並列接続して構成し、インバータ制御回路21の制御のもとにトランジスタ $Q_1 \sim Q_6$ を所定のタイミングでオン・オフ制御するように構成してある。

【0016】トランジスタ $Q_1$ と $Q_2$ との共通接続点a、トランジスタ $Q_3$ と $Q_4$ との共通接続点b、トランジスタ $Q_5$ と $Q_6$ との共通接続点cは図示しない例えば3相交流モータの巻線端にそれぞれ接続してあって、インバータ制御回路21の制御のもとにトランジスタ $Q_1 \sim Q_6$ をオン・オフ制御して直流電源2からの電圧を交流電圧に変換し前記3相交流モータを駆動する。

【0017】検査回路1は、電解コンデンサCを充電するための直流電源2と、電解コンデンサCに流れる充電電流および放電電流を検出する電流検出器3と、電解コンデンサCの端子電圧を検出する電圧検出器4と、電解コンデンサCの電荷の放電をさせるためのドライバ5およびドライバ5の出力によって駆動されるトランジスタ6と、後記する制御回路7と、表示装置9と、マトリックス状に接続され制御回路7の出力によって制御されて電解コンデンサCの放電回路を形成する切り換え接点により構成された切り換え回路10と、静電容量測定指示キー81と、等価直列抵抗測定指示キー82とを備えており、直流電源2からの電流を直接にまたは抵抗11を通して切り換え回路10を介して電解コンデンサCに導き直流電源2からの電流によって電解コンデンサCを充電し、電解コンデンサCの電荷を電流制限抵抗8およびトランジスタ6を介して放電するように構成してある。

【0018】ここで、抵抗11の抵抗値は直流電源2の内部抵抗値および電解コンデンサCの等価直列抵抗値よりも大きい抵抗値に設定してある。電流検出器3は例えば、通電路を挿通させて通電路に流れる電流を検出する変成器(カレントトランス)と変成器の出力を所定レベルに変換する変換器とから構成してあり、電圧検出器4は電解コンデンサCの端子電圧を検出し所定レベルに変換して出力するように構成してある。

【0019】切り換え回路10は制御回路7の出力に基づいてオン・オフが制御される切り換え接点101～114から構成してある。

【0020】電流検出器3からの出力、電圧検出器4からの出力、静電容量測定指示キー81の出力、等価直列抵抗測定指示キー82からの出力は制御回路7に供給し、制御回路7からの出力によって切り換え回路10の切り換え接点101～114の切り換えを制御し、ドライブ5を駆動してトランジスタ6のオン・オフを制御する。

【0021】ここで、制御回路7は例えばマイクロコンピュータからなり、制御回路7を制御するプログラムが格納されたROM71と、作業領域を備えたRAM72とを備える他に、機能的に、切り換え接点101～114をオン・オフ制御するスイッチ駆動制御回路73と、静電容量測定指示キー81からの出力を受けて電解コンデンサCに抵抗11を介して直流電源2の電流を供給するようにスイッチ駆動制御回路73の制御のもとに切り換え回路10を切り換え、かつこの切り換え時から電圧検出器4により検出した電解コンデンサCの端子電圧を読み込み、読み込んだ電解コンデンサCの端子電圧が直流電源の出力電圧 $E_1$ の63.21%に達するまでの時間を計時する計時回路74と、抵抗11の抵抗値 $R_1$ と計時回路74によって計時した充電時間 $\tau$ から電解コンデンサの静電容量値 $C_T$ を演算し演算した静電容量値 $C_T$ が設定静電容量値の範囲内か否かを判別する演算・判別回路75と、電解コンデンサCの等価直列抵抗測定指示キー82からの出力を受けて電解コンデンサCに、直流電源2の電流を供給するようにスイッチ駆動制御回路73の制御のもとに切り換え回路10を切り換えかつこの切り換え時から電圧検出器4の出力電圧が変化しなくなるまで切り換え回路10の状態を維持する充電制御回路76と、充電制御回路76の制御による充電終了時からスイッチ駆動制御回路73を介してドライブ5を駆動しトランジスタ6をオン状態に制御し、スイッチ駆動制御回路73の制御のもとに切り換え回路10を制御して直流電源2の電流の電解コンデンサCへの通電を遮断し、ついでスイッチ駆動制御回路73の制御のもとに切り換え回路10を制御して電解コンデンサCの電荷を放電し充電終了時において電圧検出器4により検出した電解コンデンサCの端子電圧と、放電中における電解コンデンサCの端子電圧と、電流検出器3によって検出した放電電流とから等価直列抵抗値を演算し演算等価直列抵抗値が設定等価直列抵抗値の範囲内か否かを判別する演算・判別回路77とを備えている。

【0022】さらに、演算・判別回路75および77の出力に基づいて電解コンデンサCの良否を表示装置9に表示する。

【0023】上記のように構成した本実施例の作用を、静電容量値演算の場合について図2に示すフローチャー

トに基づいて説明する。

【0024】静電容量測定指示キー81の押圧によって電解コンデンサCの静電容量の測定が開始される。静電容量測定指示キー81が押圧されるとインバータ制御回路21の制御のもとにトランジスタ $Q_1 \sim Q_6$ の総てがオフ状態に制御され、演算・判別回路75の制御のもとに切り換え接点101、103、109、113、114のみがオン状態に制御されて、直流電源2からの電流にて抵抗11を介して電解コンデンサCが充電される状態に制御される(ステップS1)。この状態において電解コンデンサCに抵抗11を介して電流が流れて充電が開始され(ステップS2)、充電開始時から計時回路74による計時が開始されると共に電圧検出器4によって検出された電解コンデンサCの端子電圧 $E_{CT}$ が読み込まれる(ステップS3)。ステップS3において読み込まれた電圧検出器4の出力は電解コンデンサCの端子電圧であり、電解コンデンサCの端子電圧は抵抗11の抵抗値 $R_1$ と電解コンデンサCの静電容量値 $C_T$ とに基づく時定数によって順次増加する。ステップS3に続いて電圧検出器4によって読み込んだ電解コンデンサCの端子電圧 $E_{CT}$ が $0.6321E_1$ に達するまで充電が継続される(ステップS4)。

【0025】ステップS4において電解コンデンサCの端子電圧 $E_{CT}$ が、 $E_{CT}=0.6321E_1$ になったと判別されたときは、充電開始時からの経過時間、すなわち充電時間 $\tau$ が読み取られ(ステップS5)、ステップS5に続いて $C_T = \tau / R_1$ が演算される(ステップS6)。

【0026】ステップS6に続いて静電容量値 $C_T$ が設定範囲内か否かがチェックされ(ステップS7)、ステップS7において設定範囲内と判別されたときは表示装置9に“良”の表示がなされ(ステップS8)、ステップS7において設定範囲外と判別されたときは表示装置9に“不良”の表示がなされる(ステップS9)。

【0027】ここで、充電による電解コンデンサCの端子電圧 $E_{CT}$ は一般に $E_{CT}=E_1(1-e^{-(\tau/CR_1)})$ によって表される。ここで、 $\tau=CR_1$ であり、 $t=\tau$ のとき電解コンデンサCの端子電圧 $E_{CT}$ は $E_{CT}=E_1(1-e^{-1})$ となっており、 $E_{CT}=0.6321E_1$ となる。従って、ステップS6において $E_{CT}=0.6321E_1$ に達したときの比から $C_T = \tau / R_1$ によって静電容量値が演算できる。

【0028】また、上記したように直流電源2の電圧および抵抗11の抵抗値 $R_1$ を設定することによって電解コンデンサCに実際の使用条件に近い電流値の電流を流すことができ、実使用条件に近い条件における静電容量値の測定・演算をすることができる。

【0029】次に本実施例における等価直列抵抗値演算の場合について説明する。

【0030】電解コンデンサCの等価回路は図3に示す

ごとく静電容量値 $C_T$ と抵抗値 $R_{ESR}$ との直列回路にて表され、抵抗値 $R_{ESR}$ は等価直列抵抗値と称されており、等価直列抵抗値 $R_{ESR}$ が増加したとき温度上昇が増加し、電解コンデンサCの寿命に影響を与えることは前記のとおりである。

【0031】等価直列抵抗値演算の場合について図4に示すフローチャートに基づいて説明する。

【0032】等価直列抵抗値測定指示キー82の押圧によって等価直列抵抗値の測定が開始される。等価直列抵抗値測定指示キー82が押圧されるとインバータ制御回路21の制御のもとにトランジスタ $Q_1 \sim Q_6$ の総てがオフ状態に制御され、充電制御回路76およびスイッチ駆動制御回路73の制御のもとに切り換え接点101、103、109、113、114のみがオン状態に制御される(ステップS11)。この状態において電解コンデンサCは直流電源2からの電流によって充電され、この充電中において電圧検出器4により検出された電解コンデンサCの端子電圧が変化しなくなるまで充電が継続される(ステップS12)。ステップS12における充電は電解コンデンサCの端子電圧が変化しなくなるまで充電されるために、ステップS12の終了時においては電解コンデンサCは完全に充電された状態になる。

【0033】ステップS12に続いて、スイッチ駆動制御回路73の制御のもとに切り換え接点113、114のみがオン状態に制御され、ドライバ5を介してトランジスタ6がオン状態に制御される(ステップS13)。この状態で直流電源2の電圧の電解コンデンサCへの印加は遮断され、電解コンデンサCの電荷は電流制限抵抗8およびトランジスタ6を介して放電させられる(ステップS14)。ステップS14の放電による放電電流 $I_d$ は電流制限抵抗8およびトランジスタ6を介して流れ、電圧検出器3によって検出され、電解コンデンサCの端子電圧 $V_c$ は電圧検出器4によって検出されて読み込まれる(ステップS15)。

【0034】ステップS15に続いて放電電流 $I_d$ と端子電圧 $V_c$ とから演算・判別回路77により等価直列抵抗値 $R_{ESR}$ が演算される(ステップS16)。等価直列抵抗値 $R_{ESR}$ の演算については後記する。ステップS16に続いて放電電流 $I_d$ が零か否か、すなわち完全に放電が行われたか否かがチェックされ、零になるまでステップS14から繰り返して実行される(ステップS17)。ついでステップS16において演算された等価直列抵抗値 $R_{ESR}$ が設定範囲内か否かがチェックされ(ス

$$V_{ESR}(t) = V_d(t) - V_c(t)$$

従って、等価直列抵抗値 $R_{ESR}$ は(5)式によって得られる。

$$【0044】 R_{ESR} = V_{ESR} / I_d \quad \dots (5)$$

上記からも明らかなように、ステップS16において下

$$\{ (V_{cT} - (1/C_T) \int I_d(t) dt - V_c(t) ) / I_d(t) \} \quad \dots (6)$$

テップS18)、ステップS18において設定範囲内と判別されたときは表示装置9に“良”の表示がなされ(ステップS19)、ステップS18において設定範囲外と判別されたときは表示装置9に“不良”の表示がなされる(ステップS20)。

【0035】ここで、ステップS16における等価直列抵抗値 $R_{ESR}$ の演算について説明する。

【0036】電解コンデンサCの放電中の等価回路は図5に示すごとくであり、図5において抵抗 $R_{CT}$ はトランジスタ6のオン抵抗と電流制限抵抗8の抵抗との和の抵抗値の抵抗である。一方、 $Q_d$ は放電中においても電解コンデンサCに残っている電荷を、 $V_{ESR}$ は電解コンデンサCの等価直列抵抗値 $R_{ESR}$ による電圧降下を示す。充電終了時、すなわち放電開始直前における電圧検出器4によって検出した電解コンデンサCの端子電圧は $V_{cT}$ であるとする。この場合はまだ放電電流 $I_d$ は流れていない。

【0037】一方、電解コンデンサCの静電容量値は $C_T$ であり、放電開始直前の電解コンデンサCの端子電圧は $V_{cT}$ であるために、放電開始直前における電解コンデンサCに充電された電荷 $Q$ は、 $Q = C_T \cdot V_{cT} \quad \dots (1)$ である。

【0038】時間 $t=0$ から放電が開始されると、図6に示すごとく電圧検出器4によって検出される電解コンデンサCの端子電圧 $V_c$ は順次低下し、図7に示すごとく放電電流 $I_d$ も減少していく。

【0039】放電中における電解コンデンサCに残っている電荷 $Q_d(t)$ は(2)式となる。

$$【0040】 Q_d(t) = Q - \int I_d(t) dt \quad \dots (2)$$

ここで、(2)式の両辺を(合成)静電容量値 $C_T$ で割ると、電圧 $V_d$ が(3)式のように得られる。

$$【0041】 V_d(t) = Q_d(t) / C_T \\ = V_{cT} - (1/C_T) \int I_d(t) dt \quad \dots (3)$$

(3)式に示す電圧 $V_d(t)$ は、放電中における等価直列抵抗値が零の理想的な電解コンデンサCの端子電圧である。

【0042】放電中において電圧検出器4によって検出される電解コンデンサCの端子電圧 $V_c(t)$ は等価直列抵抗による電圧降下も含まれているため、等価直列抵抗による電圧降下 $V_{ESR}$ は(4)式となる。

$$【0043】 \quad \dots (4)$$

記に示す(6)式の演算が行われて、等価直列抵抗値 $R_{ESR}$ が求められる。

$$【0045】$$



この結果、放電時間に対する等価直列抵抗値 $R_{ESR}$ は図8に示すごとくであり、放電電流に対する等価直列抵抗値 $R_{ESR}$ は図9に示す如くである。

【0046】次に、本発明にかかる電解コンデンサの検査方法が適用される検査回路の第2実施例について説明する。

【0047】図10は本発明にかかる電解コンデンサの検査方法が適用される検査回路の第2実施例のブロック図であって、インバータ回路と共に示してある。

【0048】図10において、符号1Aは本発明にかかる電解コンデンサの検査方法が適用される第2実施例の検査回路を示している。

【0049】第2実施例の検査回路1Aは、切り換え回路10にさらに切り換え接点115および116を加えて切り換え回路10Aを構成し、放電時の電流制限抵抗8を切り換え接点115および116によって放電時に接続するように構成して切り換え接点115および116をスイッチ駆動制御回路73の制御のもとに切り換え、かつ、第1実施例の検査回路1におけるドライバ5とトランジスタ6とに代わって、インバータ回路20中のトランジスタ $Q_1$ とトランジスタ $Q_4$ を介して電解コンデンサCの電荷を放電するように構成し、電流検出器3によって共通接続点aに流れる電流を検出するように構成したものである。

【0050】この場合に、電流検出器3の検出端は変成器によって構成されているから電流の検出のために挿入することは容易である。

【0051】上記した検査回路1Aにおいて、電解コンデンサCの静電容量値を演算し、判定する演算・判定の作用および電解コンデンサCの等価直列抵抗値の演算・判定時において電解コンデンサCを充電する場合の作用については、検査回路1の場合と同様であるため、その説明は省略する。

【0052】検査回路1Aの場合において、電解コンデンサCの等価直列抵抗値の演算・判定時において電解コンデンサCを放電する場合、すなわちステップS13およびステップS14における作用が検査回路1の場合と異なっていて、他の各ステップは検査回路1の場合と同様である。このため検査回路1Aにおける場合のステップS13およびステップS14について説明する。

【0053】ステップS12に続いて、インバータ制御回路21の制御によってトランジスタ $Q_1$ のみがオン状態に制御され、スイッチ駆動制御回路73の制御のもとに切り換え接点105、111、113、114、115および116のみがオン状態に制御される。

【0054】このように切り換えられたことによって、電解コンデンサCの放電開始直前の端子電圧および電解コンデンサCの放電中における端子電圧は切り換え接点113および114を介して電圧検出器4によって検出される。また電解コンデンサCの電荷の放電は、トラン

ジスタ $Q_4$ をオン状態に制御することでトランジスタ $Q_1$ 、切り換え接点105、115、電流制限抵抗8、切り換え接点116、111、トランジスタ $Q_4$ を介して行われる。また、電解コンデンサCの放電電流 $I_d$ は電流検出器3によって検出される。したがってステップS13に続いて放電電流 $I_d$ が零になるまで、検査回路1の場合と同様にステップS14～ステップS16が繰り返して実行されて、検査回路1の場合と同様に等価直列抵抗値 $R_{ESR}$ が演算されることになる。

【0055】なお、以上においてトランジスタ $Q_1$ および $Q_4$ をオン状態にした場合を例示したが、トランジスタ $Q_4$ をオン状態にしてからトランジスタ $Q_1$ をオン状態にして放電させても同様である。また、トランジスタ $Q_1$ および $Q_4$ に代わってトランジスタ $Q_2$ および $Q_3$ をオン状態に制御し、切り換え接点105および111に代わって切り換え接点106および110をオン状態に制御するようにしても同様であるし、トランジスタ $Q_3$ および $Q_6$ をオン状態に制御するようにしても、またトランジスタ $Q_5$ および $Q_4$ をオン状態に制御するようにしてもよく、このようにした場合も容易に類推できるであろう。

【0056】

【発明の効果】以上説明したように、本発明にかかる電解コンデンサの検査方法によれば、電解コンデンサの充電において直流電源の電圧値および抵抗の抵抗値を選択することによって実使用条件に近い条件において充電ができ、実使用条件に近い条件においての静電容量値が演算される効果がある。さらに、電解コンデンサの端子電圧の測定は容易であって、静電容量値の演算のためにはこの端子電圧と期間の計測のみで済み、電解コンデンサがインバータ回路に接続された状態で、容易に、かつ高精度で、電解コンデンサの検査が行える効果がある。

【0057】また、充電された電解コンデンサは放電され、放電中における電解コンデンサの端子電圧が計測されるとともに電解コンデンサからの放電電流が計測され、放電開始時における電解コンデンサの端子電圧と演算された前記静電容量値と計測された放電電流および電解コンデンサの端子電圧とに基づいて電解コンデンサの等価直列抵抗値が演算されて、静電容量値と等価直列抵抗値とを合わせて検査することができる効果がある。

【0058】また、等価直列抵抗値の演算のための充電において、電解コンデンサの端子電圧が変化しなくなるまで電解コンデンサが充電されるため、電解コンデンサは満充電状態から放電されることになり、正確に測定・演算が行える効果が得られる。

【0059】さらに、実使用条件に近い条件において充電された電解コンデンサを用いて等価直列抵抗値の演算ができるため、実使用条件に近い条件での等価直列抵抗値が得られる効果がある。

【0060】さらにまた、放電中における電解コンデン

サの端子電圧および放電電流の計測によって等価直列抵抗値が演算でき、電圧の測定および放電電流の測定は容易であって、電解コンデンサがインバータ回路に接続された状態で、容易に、かつ高精度で、電解コンデンサの検査が行える効果がある。

【0061】また、電解コンデンサの放電は電流制限抵抗を介して行われるため、放電電流が過大になることもない。

【0062】また、放電電流の計測は変成器を検出端とする電流検出器によって行われるため、測定点の位置の移動が容易であり、インバータ回路の接続を一々はずす必要もないという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる電解コンデンサの検査方法が適用される検査回路の第1実施例の構成例を示すブロック図である。

【図2】本発明にかかる電解コンデンサの静電容量値の測定・演算の説明に供するフローチャートである。

【図3】電解コンデンサの等価回路図である。

【図4】本発明にかかる電解コンデンサの等価直列抵抗値の測定・演算の説明に供するフローチャートである。

【図5】本発明にかかる電解コンデンサの等価直列抵抗値の測定・演算の説明に供する等価回路図である。

【図6】本発明にかかる電解コンデンサの等価直列抵抗値の測定・演算のときにおける電解コンデンサの端子電圧の変化を示す図である。

【図7】本発明にかかる電解コンデンサの等価直列抵抗値の測定・演算のときにおける電解コンデンサの放電電流の変化を示す図である。

【図8】本発明にかかる電解コンデンサの測定時間による等価直列抵抗値の変化を示す図である。

【図9】本発明にかかる電解コンデンサの放電電流値による等価直列抵抗値の変化を示す図である。

【図10】本発明にかかる電解コンデンサの検査方法が適用される検査回路の第2実施例の構成例を示すブロック図である。

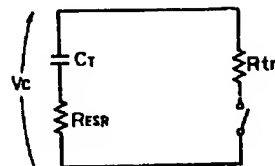
【符号の説明】

1、1 A…検査回路	2…直流電源
3…電流検出器	4…電圧検出器
5…ドライバジスタ	6…トランジスタ
7…制御回路	8…電流制限抵抗
9…表示装置	10、10
A…切り換え回路	21…インバータ制御回路
20…インバータ回路	71…ROM
73…スイッチ駆動制御回路	74…計時回路
75、77…演算・判別回路	76…充電制御回路
101～116…切り換え接点	C…電解コンデンサ
Q <sub>1</sub> ～Q <sub>6</sub> …トランジスタ	

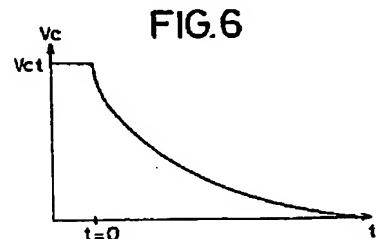
【図3】



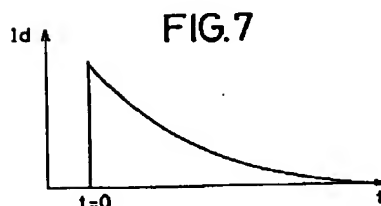
【図5】



【図6】



【図7】





【図1】

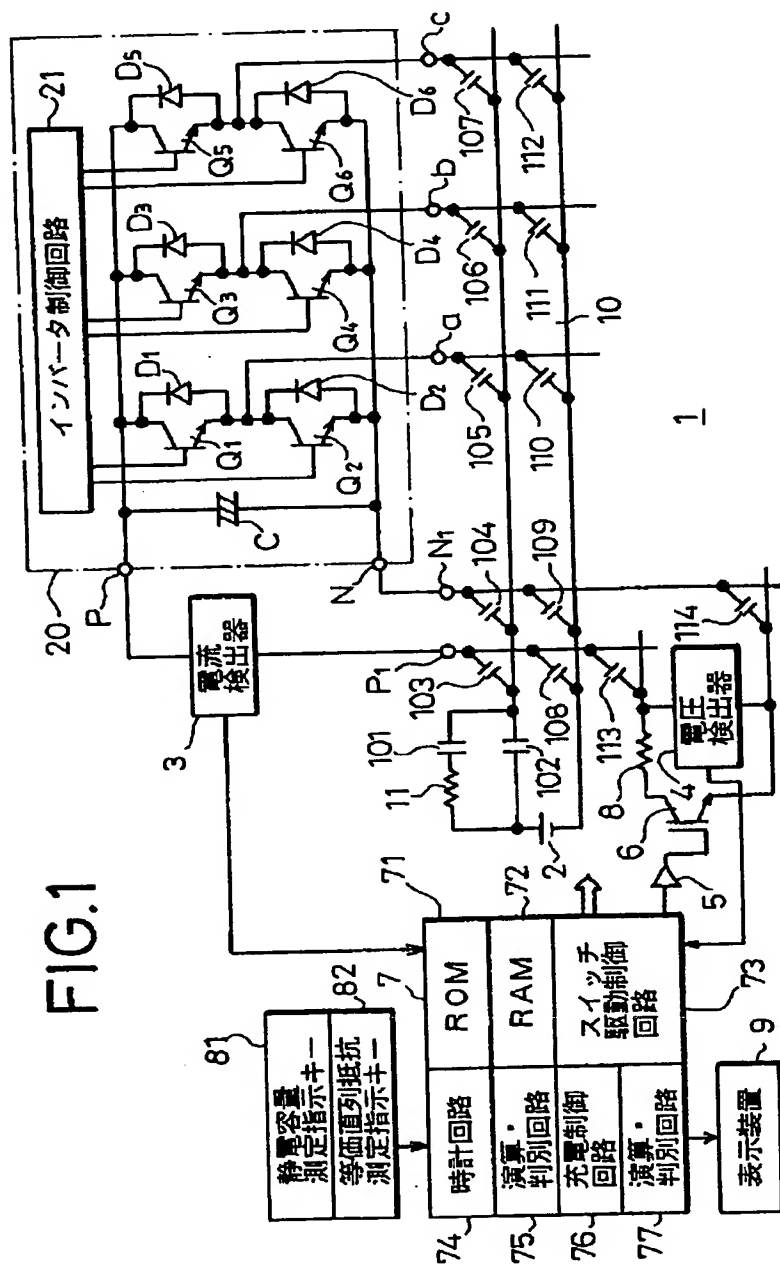
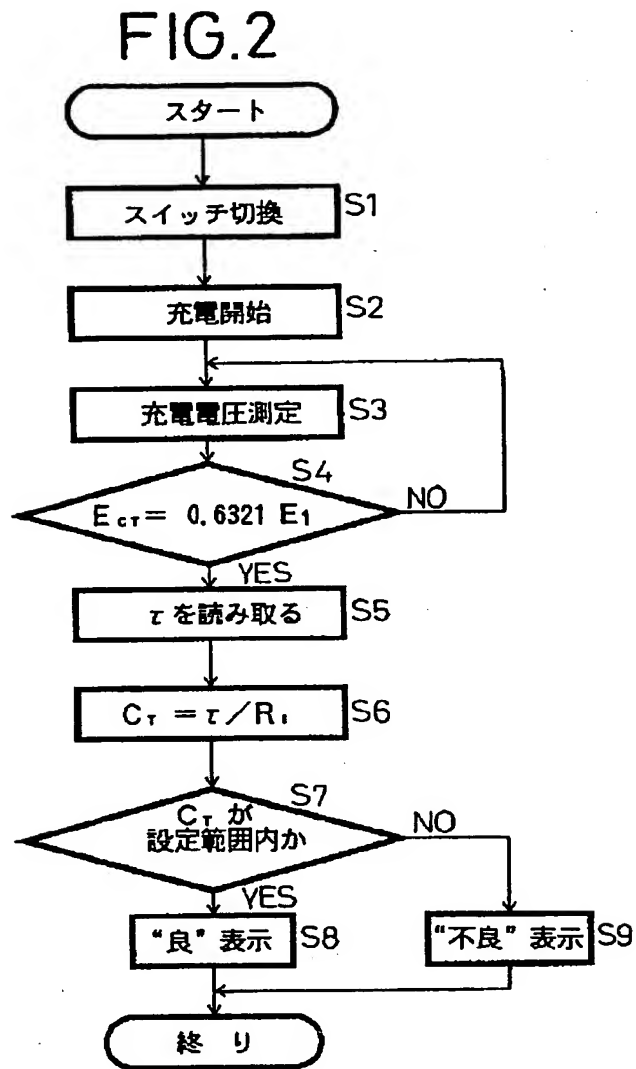
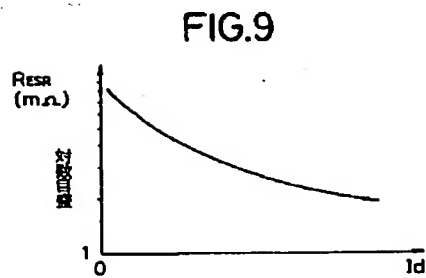


FIG.1

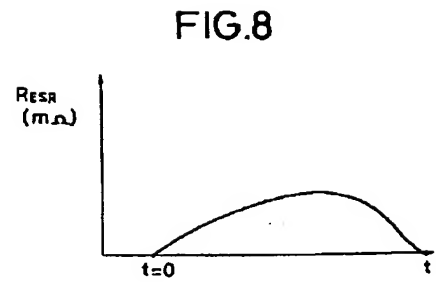
【図2】



【図9】

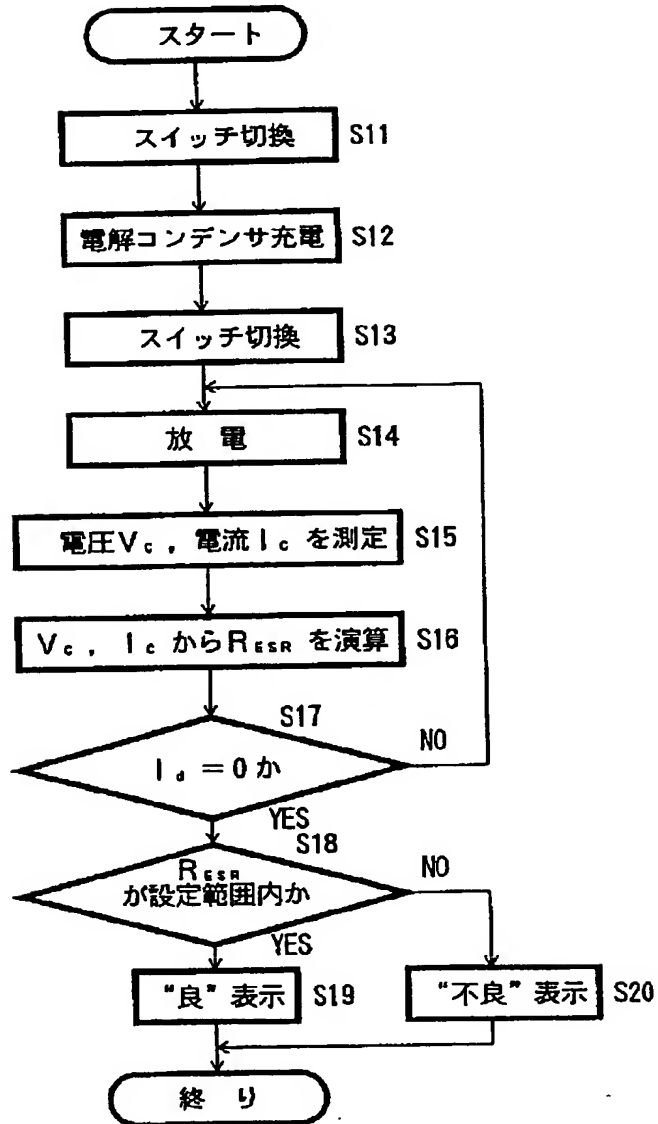


【図8】



【図4】

FIG.4



【図 10】



【手続補正書】

【提出日】平成6年9月26日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項5

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項5】請求項1記載の電解コンデンサの検査方法において、第5の過程における放電電流の計測は変流器を検出端とする電流検出器によって行うことを特徴とする電解コンデンサの検査方法。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

【補正内容】

【0018】ここで、抵抗11の抵抗値は直流電源2の内部抵抗値および電解コンデンサCの等価直列抵抗値よりも大きい抵抗値に設定してある。電流検出器3は例えば、通電路を挿通させて通電路に流れる電流を検出する変流器（カレントトランス）と変流器の出力を所定レベ

ルに変換する変換器とから構成してあり、電圧検出器4は電解コンデンサCの端子電圧を検出し所定レベルに変換して出力するように構成してある。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0050

【補正方法】変更

【補正内容】

【0050】この場合に、電流検出器3の検出端は変流器によって構成されているから電流の検出のために挿入することは容易である。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0062

【補正方法】変更

【補正内容】

【0062】また、放電電流の計測は変流器を検出端とする電流検出器によって行われるため、測定点の位置の移動が容易であり、インバータ回路の接続を一々はずす必要もないという効果が得られる。